

Key. Природа Eu-аномалии в мантийных ультрабазитах дискуссионна, однако, в нашем случае, очевидно, что ее появление не было обусловлено вторичными процессами, поскольку она отмечается даже в несерпентинизированных ультрабазитах. Объяснение этому «феномену» может заключаться в том, что европий существует не только в трех, но и двухвалентном (мобильном!) состоянии. В процессе флюидно-магматической инфильтрации (до рефертилизации?) европий, частично присутствующий в форме Eu^{2+} удалялся из системы, что и обусловило возникновение отрицательной аномалии.

Еще одним масштабным процессом, запечатленным в полярноуральских массивах, является формирование разнообразных по размерам и морфологии тел дунитов, которые по структурно-геологическим данным являются поздними по отношению к гарцбургитам и лерцолитам. Согласно установленным минералого-геохимическим характеристикам дуниты не могут являться продуктом деплетирования или метаморфической дифференциации. Более вероятно, что они являются результатом реакционного преобразования ультрабазитов (с растворением и выносом пироксенов) и сопряженного обогащения легкими и средними РЗЭ. Реальность данного процесса подтверждается отчетливым обогащением шпинели дунитов (и части гарцбургитов) титаном, вызванным взаимодействием с расплавами островодужной или бонинитовой природы. Принимая во внимание близость составов аксессуарной шпинели в дунитах и шпинели из околорудных дунитов и хромититов, предполагается, что их образование происходило в рамках единого процесса.

В целом, согласно полученным данным формирование вещественной дискретности полярноуральских ультрабазитов определялось следующими процессами: деплетированием в ходе частичного плавления, рефертилизацией под воздействием просачивающихся расплавов (флюидов), реакционным преобразованием гарцбургитов (и отчасти лерцолитов) с появлением дунитов и водным метаморфизмом. Вклад этих процессов был различен, однако очевидно, что уже до этапа водного метаморфизма ультрабазиты в значительной степени утратили черты присущие реститам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савельева Г.Н. Габбро-ультрабазитовые комплексы офиолитов Урала и их аналоги в современной океанической коре. М.: Наука, 1987. 246 с.
2. Строение, эволюция и минерагения гипербазитового массива Рай-Из / Под ред. В.Н. Пучкова и Д.С. Штейнберга. Свердловск: УрО АН СССР. 1990. 228 с.

ТЕКТОНОТЕРМАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ БАЗИТ-УЛЬТРАБАЗИТОВ ШИДИНСКОГО МАССИВА (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Юдин Д.С.*, Травин А.В.*, Владимиров В.Г.*, Мехоношин А.С.,
Владимиров А.Г.*, Хромых С.В.*, Волкова Н.И.*, Колотилина Т.Б.****

**Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия*

e-mail: dsyudin@gmail.com

***Институт геохимии СО РАН, Иркутск, Россия*

e-mail: mekhonos@igc.irk.ru

THE TECTONOTHERMAL HISTORY OF SHIDA MAFIC-ULTRAMAFIC ROCKS (WESTERN CISBAIKALIA)

Yudin D.S.*, Travin A.V.*, Vladimirov V.G.*, Mekhonoshin A.S.,
Vladimirov A.G.*, Khromykh S.V.*, Volkova N.I.*, Kolotilina T.B.****

**Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia*

e-mail: dsyudin@gmail.com

***Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

e-mail: mekhonos@igc.irk.ru

An effective approach for decoding the geological history of collision systems is based on reconstruction *P-T-d-t* evolution of metamorphic and magmatic complexes on the basis of petrologic,

structural and combined U/Pb and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of accessory and rock-forming minerals, characterized by different isotopic closure temperatures. Mafic-ultramafic rocks, in addition to information on the sources of substances, provide a unique opportunity for deciphering the history of formation and destruction of geological systems. Mineral parageneses corresponding magmatic, metamorphic, metasomatic, deformation events located in the interior parts of mafic-ultramafic rocks had stored. Dating of the events is possible with U/Pb and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ methods.

При расшифровке геологической истории коллизионных систем представляется эффективным подход, основанный на реконструкции *P-T-d-t* эволюции входящих в них метаморфических и магматических комплексов на основе петрологических, структурных данных, а также комбинированного U/Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования акцессорных и породообразующих минералов, характеризующихся различными температурами закрытия изотопных систем [5].

Ультрабазит-базитовые массивы помимо информации об источниках вещества, предоставляют уникальную возможность для расшифровки истории формирования и разрушения геологических систем. Во внутренних частях базит-ультрабазитовых массивов сохраняются минеральные парагенезисы, соответствующие магматическим, метаморфическим, метасоматическим, деформационным событиям, датирование которых возможно с помощью U/Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методов, а соответствующие изотопные системы остались ненарушенными и могут сохранить информацию о возрасте этих событий, начиная от времени формирования массивов.

Настоящая работа посвящена исследованию Шидинского гипербазитового массива (Ольхонский регион, Западное Прибайкалье), расположенного на границе двух зон Приольхонья: Чернорудской и Анга-Сатюрты. На участке *Шида* можно наблюдать будины гипербазитов, которые в ходе сдвиговых деформаций были закатаны в метаморфический матрикс из мраморов, амфиболитов и биотитовых гнейсов.

С целью реконструкции тектонотермальной истории становления Шидинского массива были проведены термохронологические мультиизотопные (U/Pb, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) и мультиминеральные (циркон, амфибол, биотит) исследования магматических и метасоматических минеральных парагенезисов, «законсервированных» в жестких ультрабазитовых и базитовых телах. Кроме того, исследовались первичные метаморфические минеральные парагенезисы; синдеформационные минеральные парагенезисы, отвечающие основным этапам формирования ранних каледонид коллизионной системы Западного Прибайкалья [4].

Наиболее крупная из будин Шидинского массива содержит многочисленные жилы плагиогранитов, не выходящие за пределы ультрабазитового тела. Структурно-кинематический анализ подобных жил, а также метаморфических пород обрамления показал, что процессы фрагментации Шидинского массива происходили в процессе его экзгумации на более высокие уровни земной коры. Степень метаморфизма пород складчатого обрамления гипербазитов достигает условий амфиболитовой фации. Следует отметить, что породы претерпели как минимум два этапа деформаций и синхронного минералообразования. Ранний этап характеризуется преимущественно вязкими деформациями с правосторонней сдвиго-взбросовой кинематикой. Пространственная ориентировка транспорта материала в процессе деформаций раннего этапа нарушена поздними наложенными тектоническими процессами. Последние имеют явно низкотемпературный характер и характеризуются хрупко-, хрупкопластичными деформациями с левосдвиговой кинематикой.

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст амфибола из амфиболита (образец X-728) совпадает с U/Pb возрастом синметаморфических гранитов (этап 475-470 млн. лет). Температура закрытия K-Ar изотопной системы амфибола – $550\pm 50^\circ\text{C}$, в то время, как для U/Pb изотопной системы в цирконе она не ниже 800°C [6]. Можно полагать, что фиксируемый возрастной рубеж соответствует одному из главных эпизодов метаморфизма, а также принять, что в это время произошло быстрое остывание исследуемых пород до температур, меньших 500°C . Важно заметить, что с учётом геотермического градиента, составляющего порядка $30\text{-}40^\circ\text{C}/\text{км}$ и температуры закрытия изотопной системы амфибола остывание должно было произойти на глубинах не более 14 км.

При интерпретации полученных изотопно-геохимических $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ данных следует учесть, что самое позднее проявление магматических процессов в Ольхонском регионе ограничивается этапом с возрастом 470-460 млн. лет [1]. Следовательно, вряд ли событие, соответствующее воз-

растным оценкам по амфиболу из амфиболита (435 млн. лет, образец X-758), связано с прогревом от скрытых в глубине магматических источников. Можно предположить, что в это время произошел дальнейший подъем базит-ультрабазитов на уровень, соответствующий по температуре закрытию K/Ar изотопной системы в амфиболе, однако это противоречит существующим структурно-кинематическим исследованиям. Скорее всего «омоложение» возраста было связано с активизацией тектонотермальных процессов в пределах структур, отделяющих Приольхонье от Сибирской платформы – Приморского разлома [2] и коллизионного шва [3].

Таким образом, с учетом структурно-кинематических исследований можно предполагать, что на рубеже 470-475 млн. лет произошла эксгумация Шидинского массива на гипсометрический уровень 14 км. Следует ожидать, что сброс температур с 800°C до 500°C привел к соответствующему изменению вязкостных свойств как вмещающих пород, так и самого ультрабазитового тела. Произошло будинирование наиболее компетентных тел и горизонтов пород, развитие трещинно-жильных систем с заполнением их первоначально хризотилом (на более глубинных уровнях), а в дальнейшем, по мере эволюции и раскрытия жил, – гранитным материалом.

Начиная с рубежа 440 млн. лет и, по-видимому, как минимум до рубежа 405 млн. лет, во всем Приольхонском регионе происходила реактивация тектонических движений вдоль основных региональных нарушений. Как следствие, сформировалась система дислокаций, характеризующихся левосдвиговой кинематикой деформаций в условиях низов зеленосланцевой фации метаморфизма. В пределах участка «Шида» эти события проявились в виде фрагментации коллажа метаморфических и магматических пород, которая, с одной стороны, привела к локальному проявлению синкинематического минералообразования (440-430 млн. лет), а с другой – к нарушению сплошности складчатых образований, их разрушению и выведению всего комплекса пород на верхние гипсометрические уровни земной коры за счет эрозионных процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований СО РАН (проекты № ОНЗ-10.7.2, 10.2, 10.3), РФФИ (гранты № 07-05-00980, 08-05-00204, 08-05-00733, 08-05-00974), Министерства образования и науки России РНП.2.1.1.702 целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы 2006-2008 гг.».

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров А.Г., Мехоношин А.С., Волкова Н.И., Хромых С.В., Травин А.В., Юдин Д.С. Метаморфизм и магматизм Чернорудской зоны Ольхонского региона, Западное Прибайкалье // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Мат-лы науч. совещ. по интеграционным программам Отделения наук о Земле СО РАН. Иркутск, 2006. Т. 1. С. 57-61.
2. Савельева В.Б., Травин А.В., Зырянов А.С. ^{40}Ar - ^{39}Ar датирование метасоматитов в зонах глубинных разломов краевого шва Сибирской платформы // Докл. РАН. 2003. Т. 391, № 4. С. 523-526.
3. Сухоруков В.П., Травин А.В., Федоровский В.С., Юдин Д.С. Возраст сдвиговых деформаций в Ольхонском регионе (Западное Прибайкалье) по данным $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 5. С. 579-583.
4. Юдин Д.С. Термохронологическая модель ранних каледонид Ольхонского региона, Западное Прибайкалье // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин.наук. Новосибирск, 2008.
5. Yudin D.S., Travin A.V., Vladimirov V.G., Prostyakov K., Barabash N.V. Age spectra of biotite as indicator of deformation rate: evidence from microchemical, structural, step-heating and laser $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analyses // Geochim. Cosmochim. Acta. Special Supplement. Abstr. 12th Annual V.M. Goldschmidt Conference Davos, Switzerland. 2002. V. 66. № 15A. P. A791.
6. Hodges K.V. Geochronology and tehermochronology in orogenic system // Treatise on Geochemistry. Oxford, UK: Elsevier, 2004. P. 263-292.